



# Das GLOBE-Programm ?

## „Phänologie “

GLOBE-Lehrerhandbuch





---

Übersetzung des Kapitels „Phänologie“ aus dem englischsprachigen Lehrerhandbuch „GLOBE Program? Teachers Guide“ (Ausgabe 2000).

Das DLR besitzt das „copyright“ für die deutsche Übersetzung. Vervielfältigungen durch Fotokopie oder andere Verfahren bedürfen der schriftlichen Zustimmung des DLR (Projektleitung GLOBE Germany). Vervielfältigungen für den schulinternen Gebrauch sind ohne weitere Zustimmung zulässig.



## Protokoll: Knospung

Jedes Jahr bereiten sich Bäume und viele andere Pflanzen auf die nächste Wachstumsperiode vor, indem sie Knospen bilden. Diese Knospen bleiben während der kalten oder trockenen Jahreszeit geschlossen und brechen auf, wenn es zu regnen beginnt oder die Temperaturen steigen. In diesem Protokoll bestimmen Sie den Zeitpunkt, zu welchem sich die Knospen der einheimischen Bäume in Ihrer Umgebung öffnen. Diese Informationen tragen zu Phänologischen Untersuchungen bei.

### Was ist Phänologie?

Viele Ereignisse in der Natur werden zumindest teilweise vom Klima gesteuert. Phänologie untersucht die wiederkehrenden biologischen Zyklen und ihre Verbindung zu klimatischen Bedingungen. Z.B. die Wanderung der Zugvögel, Schlüpfen der Insekten und das Laichen des Lachses sind phänologische Zyklen. Obwohl diese Ereignisse jedes Jahr etwa zur gleichen Zeit auftreten, ändert sich der genaue Zeitpunkt von Jahr zu Jahr. Dies ist ein Beispiel von jährlicher Varianz. Bei diesem Protokoll, arbeiten Sie mit den Schulen des gesamten GLOBE-Meßnetzes zusammen, um den Einfluß des Klimas auf diese Veränderungen in der ganzen Welt zu verstehen.

In den oben aufgeführten Beispielen ist die Beobachtung etwas schwieriger und nimmt viel Zeit in Anspruch, da es sich bei den zu beobachtenden Objekten um mobile Tiere handelt. Da sich Pflanzen an keinem Ort der Welt fortbewegen, sind diese einfacher zu untersuchen. Daher interessieren wir uns in diesem Projekt insbesondere für die Phänologie der Vegetation.

Ist Ihnen schon einmal aufgefallen, daß das Laub der Bäume in Ihrer Umgebung zu verschiedenen Zeitpunkten im Frühjahr erscheint? Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Wetter in jedem Jahr anders ist. Es gibt für diese Varianz zwei Hauptursachen. Erstens, in gemäßigten Zonen mit kalten Wintern, wird ein Frühjahr mit wärmeren Temperaturen bewirken, daß das Laub früher erscheint als dies in einem Frühjahr mit niedrigeren Temperaturen der Fall ist. Dies bedeutet, daß in wärmeren Jahren auch die Wachstumsperiode länger ist und den Pflanzen mehr Zeit für Photosynthese zur Verfügung steht.

Zweitens in tropischen Gebieten, in denen es immer warm ist und es eine trockene Jahreszeit gibt, beginnen viele Pflanzen dann mit dem Wachstum, wenn genügend Feuchtigkeit zur Verfügung steht. In diesen Gebieten wird der Zeitpunkt des Wachstum durch das Niederschlagsmuster und nicht durch die Temperatur bestimmt. Wenn wir sowohl die Phänologie, als auch das Klima beobachten, können wir diese Hypothese überprüfen. Z.B. wenn wir über viele Jahre hinweg einen Trend zu wärmeren Temperaturen erkennen und gleichzeitig beobachten, daß das Wachstum im Frühjahr eher beginnt, wäre dies ein deutlicher Hinweis, daß die Wachstumsperiode sich ausdehnt, wenn das Klima wärmer wird.



Die Wissenschaftler müssen verstehen, wie Vegetation auf die jährliche Klimaschwankungen reagiert. Obwohl es phänologische Untersuchungen für einige Gebiete und einige Vegetationsarten gibt, hat es nie eine einheitliche weltweite Initiative zur phänologischen Beobachtung von Vegetation gegeben. Wenn sie an diesem Projekt teilnehmen, können Sie selbst erforschen, wie Vegetation auf das Klima reagiert und Sie bieten darüber hinaus wichtige Informationen, die nötig sind um den globalen Einfluß des Klimas auf die Vegetation zu verstehen.

Bevor Sie beginnen, sollten Sie sich das Atmosphären Kapitel im Lehrerhandbuch durchlesen. Vergegenwärtigen Sie sich den Unterschied zwischen Wetter und Klima. Wetter ist das was man heute, morgen oder nächste Woche erlebt. Klima dagegen beschreibt das Wetter über einen längeren Zeitraum. Der Zeitpunkt der Knospung hängt vom Wetter während des Frühjahrs ab. In jedem Jahr ist das Wetter etwas anders. Wenn Sie die Durchschnittstemperaturen und -niederschlagswerte der verschiedenen Jahre miteinander vergleichen, erhalten Sie die jährliche Varianz des Klimas. Nachdem Sie die Daten an Ihrer Schule über mehrere Jahre gesammelt haben, können Sie die Klimadaten mit den Zeitpunkten der Knospung vergleichen. Sie können dann feststellen, ob das Klima sich ändert und wie die Bäume auf diese Änderung reagieren.

### **Was ist Knospung?**

Bei Laubbäumen, Büschen und Sträuchern kann man die Wachstumsperiode durch das Erscheinen des Laubes bzw. das Abfallen des Laubes bestimmen. Knospen sind kleine, harte Schutzstrukturen, welche die Blätter im Kleinformat enthalten. Im Frühjahr öffnen sich die Knospen und die neuen Blätter breiten sich aus. Dieses Öffnen der Knospen bezeichnen wir als Knospung. Diese ist leicht zu erkennen.

Im Herbst werden die Blätter gelb, rot oder orange und fallen z.B. auch von der Pflanze ab. Diese Erscheinungen wie Verfärbung und Abfallen der Blätter sind im Gegensatz zur Knospung allmähliche Prozesse. Weil hier kein spezifisches Ereignis gefunden werden kann, ist es schwierig, ein genaues Datum für das Ende der Wachstumsperiode anzugeben. Bei immergrünen Gewächsen, bei denen sich das ganze Jahr über Blätter am Baum befinden, ist das Ende der Wachstumsperiode noch schwieriger festzustellen. Auch wird in gemäßigten Klimazonen das Ende der Wachstumsperiode durch die Anzahl der Stunden Tageslicht kontrolliert. Da das Tageslicht für einen bestimmten Tag im Jahr immer gleich ist, endet die Wachstumsperiode im Gegensatz zu ihrem Beginn, welcher durch die Temperatur bestimmt wird, regelmäßig. Wir beobachten daher nur den Beginn der Wachstumsperiode, die Knospung.



## Protokoll Knospung

<p><b>Zweck</b> Die Beobachtung der Knospung an ausgewählten Bäumen am Meßort für Biologie, quantitativer Landbedeckung oder an einem zusätzlich für Phänologie bestimmten Meßort.</p> <p><b>Überblick</b> Die Knospung ist ein Beispiel für einen phänologischen Zyklus. Der Zeitpunkt der Knospung wird entweder durch die Temperatur oder Feuchtigkeit beeinflusst. Die Beobachtungen können dazu herangezogen werden die regionale und globale Verteilung der Vegetation zu ermitteln, die von Jahr zu Jahr auftretenden Änderungen zu erfassen und die Reaktion der Vegetation auf klimatische Veränderungen untersuchen.</p> <p><b>Zeitbedarf</b> 1 Stunde für die Auswahl des Meßortes und der Bäume (ohne Anfahrtszeiten) 15 min für die tägliche Begehung (ohne Anfahrtszeiten)</p> <p><b>Niveau</b> Alle</p>	<p><b>Häufigkeit</b> Tägliche Besuchen von mindestens einem Schüler mindestens 4 Wochen zu Beginn der Frühjahrs.</p> <p><b>Begriffe</b> Phänologie Jährliche Varianz Klimaänderung Knospung</p> <p><b>Inhalte</b> Auswahl des Meßortes Bestimmung der Baumart Verwendung von GPS (wenn ein neuer Meßort ausgewählt wurde)</p> <p><b>Material und Hilfsmittel</b> Fernglas Kompass GPS-Gerät ( wenn ein neuer Meßort ausgewählt wurde) 50 m Maßband (optional) Clinometer (optional) Datenblatt Phänologie</p> <p><b>Vorbereitung</b> Keine</p> <p><b>Voraussetzungen</b> Keine</p>
--	--

### Wer kann das Protokoll Knospung durchführen?

Sie sollten dieses Protokoll durchzuführen, wenn Sie in einer geeigneten Gegend leben, d.h. in einem Gebiet, in welchem es Bäume gibt. Sowohl Laub- als auch immergrüne Bäume haben Knospen, also können auch beide Typen für die Beobachtung herangezogen werden. Auch bei Strauch- oder Buschvegetation gibt es phänologische Veränderungen. Diese erscheinen aber je nach Art im gleichen Jahr sehr unterschiedlich, sodaß eine genaue Beobachtung zuviel Zeit in Anspruch nehmen würde. Wenn Sie in einem tropischen Gebiet leben, mit normalerweise warmen und feuchtem Klima, durchläuft die Vegetation keine großen Veränderungen im Jahresverlauf. In diesem Fall macht es wenig Sinn an diesem Projekt teilzunehmen. Wenn Sie aber in einem Gebiet leben mit einer trockenen Jahreszeit, in



welcher die meisten Bäume das Laub verlieren, ist es sehr wichtig, daß Sie mitmachen. Dann leben Sie in einem Teil der Welt über dessen phänologische Veränderungen der Vegetation wir kaum etwas wissen.

### Auswahl des Meßortes

Es gibt zwei Möglichkeiten für die Auswahl des Meßortes. Wenn Sie bereits einen Meßort für die biologischen Untersuchungen ausgewählt, die dominanten Spezies bestimmt und 5 einzelne Bäume ausgemessen haben, können Sie diese Bäume für die phänologischen Beobachtungen heranziehen. Das gleiche gilt für den Meßort zur quantitativen Bestimmung der Landbedeckung. Falls tägliche Beobachtungen an diesen Meßorten schwierig sind, ist es zweckmäßiger eine gesonderte Stelle für die Phänologie auswählen. Da Sie den Meßort häufig aufsuchen müssen, macht es Sinn diesen möglichst in Schulnähe oder dort wo Schüler wohnen zu bestimmen. Es wäre optimal, wenn sich auf dem Schulgelände oder einer anderen Stelle in der Nähe der Schule **heimische Baumarten** finden ließen. Dabei sollten Sie sicherstellen, daß das **Gelände weder bewässert noch gedüngt** wird. Sie müßten dann eine andere Stelle wählen. Bewässerung und Düngung verändern die phänologischen Zyklen der Pflanzen. Diese Daten wären für die natürliche Vegetation und dessen Verbindung zum lokalen Klima nicht repräsentativ. Bitte denken Sie daran, daß bei Auswahl eines eigenen Phänologiemessortes die geographischen Koordinaten (Länge, Breite und Höhe) bestimmt werden müssen(siehe GPS-Protokoll).

Da die Ergebnisse der phänologischen Beobachtungen im Zusammenhang mit Temperatur- und Niederschlagsdaten stehen, sollte der Untersuchungsort in der Nähe des Meßort für Atmosphäre liegen. Die örtliche Topographie kann auch Wetterveränderungen in der nahen Umgebung hervorrufen. Dies betrifft insbesondere Bergregionen. In diesen Gebieten sollte der Abstand zwischen den Meßorten für Phänologie und Atmosphäre maximal 2 Km, der Höhenunterschied nicht mehr als 100 m betragen. Auf diese Weise können wir die Atmosphärendaten zur Analyse der Knospung heranziehen. Auf keinen Fall darf der Standort für die Phänologie mehr als 500 m Höhenunterschied zum Atmosphärenmeßort betragen. Liegt der Höhenunterschied zwischen 100 m und 500 m können die Temperaturwerte eingesetzt werden, wenn sie mit Hilfe eines Korrekturfaktors angeglichen werden.

Der Einfluß des Niederschlags hängt davon ab, auf welcher Seite eines Hügels, eines Gebirges oder Gewässers (Windschatten oder Windseite) sich ein Ort befindet. Da aber der Einfluß des Niederschlag starken Veränderungen unterliegt, ist es schwierig genaue Korrekturen vorzunehmen. Daher versuchen Sie bitte die Meßorte für Atmosphäre und Phänologie auf der gleichen Seite eines großen Hügels, Gebirges oder Sees zu installieren.

Liegt die Schule in einem flachen Gebiet am Land, wird sich das Wetter lokal nicht so stark ändern und der Untersuchungsort für Phänologie kann bis zu 10 Kilometern vom Wetterhäuschen entfernt liegen. In der Nähe von größeren Städten, liegt die Temperatur üblicherweise etwas höher und kann sich auch merklich von Ort zu Ort verändern. Wählen Sie den Untersuchungsort für Phänologie in einem Gebiet aus, in welchem etwa den



gleichen Bedingungen wie im Bereich der Wetterstation herrschen. Falls dies nicht möglich ist, sollten Sie ein zusätzliches Wetterhäuschen für die Phänologie aufstellen, das geeignete Daten liefert, um die Knospung entsprechend zu untersuchen.

### **Auswahl des Baumes**

1. Bestimmen Sie am Untersuchungsort für Phänologie die dominante Baumart. Diese ist durch seinen größten Anteil an der Belaubungsdichte gekennzeichnet. Verwenden Sie Ihre Untersuchungsgebiete für die quantitative Landbedeckung oder Biologie, kennen Sie die dominante Baumart bereits. Wenn Sie ein neues Untersuchungsgebiet ausgewählt haben, untersuchen Sie die Über-Kopf-Belaubung und schätzen Sie ab, welche Baumart den größten Beitrag dazu leistet oder leisten würde, wenn die Blätter voll entwickelt wären. Gibt es zwei Baumarten, die mehr oder weniger gleich dominant sind, wählen Sie eine der beiden aus und vermerken Sie dies unter "Zusatzinformationen/Kommentare" auf dem Eingabeformular. Für die permanente Beobachtung werden zwei größere Bäume ausgewählt, welche als "Baum 1" und "Baum 2" markiert werden. Pflanzen die unter den Bäumen wachsen, der sogenannte Unterbewuchs, haben einen anderen phänologischen Zyklus. Da wir versuchen eine Verbindung zwischen Klima und den dominanten Vegetationsarten herzustellen, betrachten wir die Pflanzen des Unterbewuchses nicht weiter, aber vielleicht sind Sie daran interessiert auch von diesen Pflanzen den Zeitpunkt der Knospung festzuhalten und schulintern auszuwerten.

Die Bäume sollten zugänglich sein und Sie sollten in der Lage sein, die einzelnen Knospen zu sehen. Wählen Sie keinen Baum, dessen niedrigste Zweige mehrere Meter über dem Boden liegen. Läßt sich jedoch kein Baum mit niedrigen Zweigen finden, verwenden Sie ein Fernglas, um die Knospen zu untersuchen.

Stirbt ein Baum im Beobachtungszeitraum ab oder wird gefällt, wählen Sie einen anderen Baum der gleichen Art aus und bezeichnen diesen mit "Baum 3". Halten Sie die ungefähre Höhe der Zweige und die veränderte Baumauswahl als "Zusatzinformationen" auf dem Server fest.

Wählen Sie heimische Baumarten aus. Baumarten, die nicht zur heimischen Vegetation gehören, sogenannte Exoten, haben andere phänologische Zyklen, die nicht unbedingt eine Verbindung zu lokalem Klima erkennen lassen. Obstbäume sind ein klassisches Beispiel. Vielleicht haben Sie schon einmal gehört, daß Frost am Ende des Frühjahrs ganze Fruchtbestände einer Region zerstört hat. Häufig liegt der Grund in der mangelnden Anpassung der Exoten an das lokale Klima. Wenn Sie unsicher sind, ob eine Pflanze eine heimische Art ist, fragen Sie Ihren Lehrer, bei Gärtnereien, landwirtschaftlichen Stellen oder die Fachleute an den Universitäten.

2. Wählen Sie für die fortlaufende Beobachtung an jedem Baum zwei Zweige aus, die nach Süden zeigen, wenn Sie auf der Nordhalbkugel leben bzw. nach Norden zeigen, wenn Sie auf der Südhalbkugel leben. Überprüfen Sie die genaue Richtung der Zweige mit dem Kompaß. Die Knospung kann am gleichen Baum zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen. Daher ist es wichtig, daß Sie in jedem Jahr die selben Zweige der ausgewählten Bäume untersuchen. Wählen sie Zweige aus, die gesund und relativ ausladend sind. Für diese ist



die Wahrscheinlichkeit, daß sie absterben oder abbrechen relativ gering. Markieren Sie die Zweige mit einem farbigen Klebeband oder benutzen Sie eine andere dauerhafte Methode. Ein Zweig pro Baum wird mit "a" gekennzeichnet, der andere mit "b". Damit haben Sie insgesamt 4 Zweige ausgewählt: "Baum 1 Zweig a", "Baum 1 Zweig b", "Baum 2 Zweig a", "Baum 2 Zweig b". Stirbt oder bricht einer dieser Zweige während der Beobachtungszeit ab, wählen Sie einen neuen nach Süden weisenden Zweig des selben Baumes aus. Kennzeichnen Sie den neuen Zweig mit dem nächsten Buchstaben im Alphabet (z.B. Zweig c). Notieren Sie alle Veränderungen als Zusatzinformationen (Metadata).

3. Notieren Sie Art und Spezies der ausgewählten Bäume. Auch die optionale Bestimmung von Baumhöhe und -umfang, wie es im Biometrie Protokoll beschrieben ist, kann weitere Informationen liefern.

### **Beobachten der Knospung**

1. Da die Knospung jedes Jahr unterschiedlich abläuft, beginnen Sie mit Ihren Beobachtungen vor dem Durchschnittsdatum der Knospung. Fragen Sie den Biologielehrer oder einen anderen Fachkundigen. Sie können sich auch an lokale Gartenbauvereine oder den Biologischen Fakultäten der Universitäten wenden. Das Datum muß nicht exakt sein, es geht nur darum, wann im Durchschnitt die Blätter der Bäume in Erscheinung treten.

2. Wählen Sie im Frühjahr, mindestens 2 Wochen vor dem Durchschnittsdatum, mit den Schülern die Zweige aus, die sich beobachten werden.

3. Besuchen Sie den Messort täglich. Betrachten Sie die Knospen am Ende des Zweiges. Ähnlich wie bei der Auswahl der Zweige, sollten Sie die Knospen stets an der selben Stelle des Zweiges beobachten. Sind bereits Knospen aufgebrochen? Können Sie Anzeichen von kleinen Blättern innerhalb er Knospe erkennen? Wenn Sie diese beiden Fragen mit ja beantworten können, notieren Sie das Datum auf dem Arbeitsblatt. Versuchen Sie die ersten Anzeichen der Knospung zu erkennen. Dabei macht es nichts, wenn nicht alle Knospen offen sind. Notieren Sie das Datum für die Knospung aller vier Zweige.

4. Es ist wichtig, daß der Messort solange täglich aufgesucht wird, bis die Knospung erfolgt ist. Über zwei bis vier Wochen hinweg, ist dies für eine einzelne Person nicht zumutbar. Teilen Sie daher die Verantwortung zwischen mehreren Schülern auf. So ist die Wahrscheinlichkeit für eine kontinuierliche Beobachtung größer. Falls eine Begleitung durch erwachsene Personen nötig ist, stellen Sie mit Eltern und anderen Erwachsenen einen Plan auf.

Das letzte Beobachtungsdatum, vor der Knospung gibt an, wieviel Tage ohne Beobachtung (falls überhaupt Tage fehlen) der Knospung vorangegangen sind. Somit ist der Zeitraum bekannt, in dem die Knospung stattgefunden hat.



### **Leben Sie in einem Gebiet in welchem noch Schnee liegt?**

Wenn Sie die Frage mit ja beantworten, wird eine weitere Bestimmung für die Analyse Ihrer Knospungsdaten benötigt. Diese Zusatzbestimmung ist schnell und einfach durchzuführen. Es ist die Bestimmung des Wasseräquivalents der Gesamtschneedecke. Derzeit wird bei den Untersuchungen für Atmosphäre/Klima das Wasseräquivalent für festen Niederschlag durchgeführt. Es wird der Neuschnee untersucht. Im Protokoll für die Gesamtschneedecke, messen Sie das Wasseräquivalent der gesamten Schneesäule, d.h. nicht nur des Schnees auf dem Schneebrett, sondern des Schnees bis ganz hinunter zum Erdboden.

### **Wie verwenden die Wissenschaftler diese Daten?**

Auch wenn der Zeitpunkt der Knospung jedes Jahr ein anderer ist, erfolgt die Knospung immer dann, wenn die Bäume ganz bestimmte Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen wahrnehmen. Mit anderen Worten, die Bäume reagieren auf die direkte Umgebung und nicht auf ein gewisses Datum im Kalender. Die Art der Bedingungen, welche die Bäume an einem Ort benötigen, bleiben über Jahre hinweg weitgehend unverändert. Ihre Beobachtungen zur Knospung zusammen mit Temperatur- und Niederschlagsdaten im Zeitverlauf können helfen folgende vier Ziele zu vervollständigen.

Erstens werden wir jedes Jahr eine Karte der Knospung für alle Kontinente erstellen. Zweites werden wir ein Muster für das Wetter aufstellen, welches die Phänologie in der ganzen Welt kontrolliert. Im Laufe der Zeit werden Sie selbst herausfinden können, ob die Wachstumsperiode auf Temperatur oder Feuchtigkeit reagiert. Unter Verwendung aller GLOBE Daten, werden wir Karten von allen Regionen der Erde erstellen, die zeigen, in welchen Bereichen die Wachstumsperiode von der Temperatur und wo sie von der Feuchtigkeit kontrolliert wird. Drittens, entwickeln wir ein besseres Verständnis für Reaktion der globalen Vegetation auf die jährlichen Klimaschwankungen. Schließlich werden wir die GLOBE-Daten mit Satellitenbildern vergleichen.



## Arbeitsblatt Knospung

Bezeichnung des

Meßorts: \_\_\_\_\_

Richtungen: \_\_\_\_\_

Koordinaten: Breite: \_\_\_\_\_ Länge: \_\_\_\_\_ Höhe: \_\_\_\_\_ m

Abstand zur Wetterstation (optional): \_\_\_\_\_ m

Höhenunterschied: \_\_\_\_\_ m

(Phänologie Meßort minus Meßort für Atmosphäre/Klima) (optional) (gegen Sie "+" an, wenn der Meßort Phänologie höher, "-" wenn er tiefer liegt)

**Art des Meßortes:**

- A. Biologie
- B. Landbedeckung quantitative
- C. Andere (Beschreiben Sie)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Baumart:**

Art (erste 4 Buchstaben des lat. Namens) \_\_\_\_\_

Spezies (erste 4 Buchstaben des lat. Namens) \_\_\_\_\_

Gebräuchlicher Name: \_\_\_\_\_

**Beschreibung des Baumes (optional):**

Markierung: \_\_\_\_\_ Höhe: \_\_\_\_\_ m Umfang (in Brusthöhe =1.35m): \_\_\_\_\_ cm

**Beschreibung des Baumes (optional):**

Markierung: \_\_\_\_\_ Höhe: \_\_\_\_\_ m Umfang (in Brusthöhe =1.35m): \_\_\_\_\_ cm

**Beobachtungen:**

Beantworten Sie jeden Tag für jeden Zweig folgende Fragen:

1. Hat sich irgendeine Knospe geöffnet?
2. Können Sie Anzeichen kleiner grüner Blätter in der Knospe erkennen?